МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	8 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	8	26	часов
2	Практические занятия	18	18	36	часов
3	Лабораторные занятия		16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	36	42	78	часов
5	Из них в интерактивной форме	6	10	16	часов
6	Самостоятельная работа	36	30	66	часов
7	Всего (без экзамена)	72	72	144	часов
8	Подготовка и сдача экзамена		36	36	часов
9	Общая трудоемкость	72	108	180	часов
		2.0	3.0	5.0	З.Е

Зачет: 7 семестр
Экзамен: 8 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 4300

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 41 от «31» 8 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор каф. ПрЭ	_____	Михальченко С. Г.
доцент каф. ПРЭ	_____	Тановицкий Ю. Н.
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	_____	Михальченко С. Г.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФЭТ	_____	Воронин А. И.
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	_____	Михальченко С. Г.

Эксперты:

профессор каф. ПРЭ	_____	Легостаев Н. С.
доцент каф. ФЭ	_____	Чистоедова И. А.

Согласована на портале № 4300

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Изучение основ автоматизированного проектирования электронной компонентной базы, современных методов и маршрутов проектирования, средств и способов автоматизации процесса проектирования.

Формирование и закрепление навыков проектирования с использованием современных программных сред и языков описания и проектирования электронной компонентной базы.

1.2. Задачи дисциплины

– наделить студента способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности;

– строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

– выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

– разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

– осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Основы проектирования электронной компонентной базы» (Б1.Б.18) относится к блоку 1 (базовая часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Вакуумная и плазменная электроника, Интеллектуальная собственность, Магнитные элементы электронных устройств, Математическое моделирование и программирование, Материалы электронной техники, Методы анализа и расчета электронных схем, Микроволновая, квантовая и оптическая электроника, Наноэлектроника, Твердотельная электроника, Физика конденсированного состояния, Химия.

Последующими дисциплинами являются: Выпускная квалификационная работа, Энергетическая электроника.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат;

– ОПК-9 способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности;

– ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования;

– ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;

Согласована на портале № 4300

– ПК-5 готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;

– ПК-6 способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы;

– ПК-7 готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** общую характеристику процесса проектирования, восходящее и нисходящее проектирование, методы и этапы проектирования.

– **уметь** выбирать и описывать модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования; работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования;

– **владеть** языками описания и проектирования современной электронной компонентной базы.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		7 семестр	8 семестр
Аудиторные занятия (всего)	78	36	42
Лекции	26	18	8
Практические занятия	36	18	18
Лабораторные занятия	16		16
Из них в интерактивной форме	16	6	10
Самостоятельная работа (всего)	66	36	30
Оформление отчетов по лабораторным работам	10		10
Проработка лекционного материала	24	16	8
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	32	20	12
Всего (без экзамена)	144	72	72
Подготовка и сдача экзамена	36		36
Общая трудоемкость час	180	72	108
Зачетные Единицы Трудоемкости	5.0	2.0	3.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Документно-ориентированное	2	2	0	8	12	ОПК-2,

Согласована на портале № 4300

	проектирование.						ОПК-9, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-7
2	Математическое моделирование и проектирование.	4	4	0	8	16	ОПК-2, ОПК-9, ПК-1, ПК-2, ПК-6, ПК-7
3	САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 1.	6	6	0	10	22	ОПК-2, ОПК-9, ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7
4	САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 2.	6	6	0	10	22	ОПК-2, ОПК-9, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7
5	Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	2	12	0	10	24	ОПК-2, ОПК-9, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7
6	Примеры проектирования с использованием САПР.	6	6	16	20	48	ОПК-2, ОПК-9, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7
	Итого	26	36	16	66	144	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Документно-ориентированное проектирование.	Документно-ориентированное проектирование с использованием САПР. Основные этапы проектов. Ошибки при проектировании. Стандарты проектирования. Жизненный цикл продукта.	2	ОПК-2, ПК-1, ПК-5, ПК-7
	Итого	2	
2 Математическое моделирование и проектирование.	Цели создания и назначение моделей. Методы математического моделирования, применяемые для решения уравнений в частных производных.	2	ОПК-9, ПК-2, ПК-6
	Параметры моделирующих сред. Оценка сложности и качества	2	

Согласована на портале № 4300

	моделирования.		
	Итого	4	
3 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 1.	Обзор Synopsys TCAD. Приборно-технологическое моделирование с использованием TCAD.	2	ОПК-2, ОПК-9, ПК-2, ПК-5
	Модуль Sentaurus Process. Задание сеток. Технологические процессы: ионная имплантация, выращивание подзатворного окисла, окисление кремния, создание затвора.	2	
	Модуль Sentaurus Process. Описание процессов в модуле Process. Работа с масками.	2	
	Итого	6	
4 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 2.	Модуль Sentaurus Device. Входной командный файл. Секции: File, Electrode, Physics, Solve, Math, Plot и их параметры. Пример моделирования.	2	ОПК-2, ОПК-9, ПК-6, ПК-7
	Модуль Sentaurus Inspect. Форматы данных. Команды. Возможности отображения различных наборов данных 2D и 3D.	2	
	Модуль Sentaurus Workbench. Запуск проектов. Отображение результатов. Выбор узлов. Постановка вычислительных экспериментов.	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
8 семестр			
5 Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	Государственные стандарты ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1102-81, ГОСТ 3.1118-82.Государственные стандарты ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1001-81.	2	ПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7
	Итого	2	
6 Примеры проектирования с использованием САПР.	Пример 1. Полупроводниковый резистор.	2	ОПК-2, ОПК-9, ПК-2, ПК-5
	Пример 2. Диод Шоттки.	2	
	Пример 3. Транзистор Шоттки	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		8	
Итого		26	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Согласована на портале № 4300

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин					
		1	2	3	4	5	6
Предшествующие дисциплины							
1	Вакуумная и плазменная электроника		+	+	+		+
2	Интеллектуальная собственность	+				+	
3	Магнитные элементы электронных устройств		+	+	+		+
4	Математическое моделирование и программирование		+	+	+		+
5	Материалы электронной техники			+	+		+
6	Методы анализа и расчета электронных схем		+	+	+		+
7	Микроволновая, квантовая и оптическая электроника	+	+	+	+	+	+
8	Наноэлектроника	+	+	+	+	+	+
9	Твердотельная электроника		+	+	+		+
10	Физика конденсированного состояния	+	+	+	+	+	+
11	Химия		+				+
Последующие дисциплины							
1	Выпускная квалификационная работа	+	+	+	+	+	+
2	Энергетическая электроника		+	+	+		+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест

Согласована на портале № 4300

ОПК-9	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест
ПК-1	+	+	+	+	Отчет по индивидуальному заданию, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа
ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-5	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест
ПК-6	+	+	+	+	Контрольная работа, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Тест
ПК-7	+	+	+	+	Контрольная работа, Коллоквиум, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1

Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Интерактивные практические занятия	Интерактивные лекции	Интерактивные лабораторные занятия	Всего
Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	2	2		4
Исследовательский метод	2			2

Согласована на портале № 4300

Презентации с использованием интерактивной доски с обсуждением	2	2	2	6
Исследовательский метод	2		2	4
Итого	8	4	4	16

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
8 семестр			
6 Примеры проектирования с использованием САПР.	Полупроводниковый резистор на подложке GaAs	4	ОПК-2, ОПК-9, ПК-1
	Диод Шоттки на подложке GaAs	4	
	Полевой транзистор Шоттки на подложке GaAs	4	
	AlGaAs транзистор	4	
	Итого	16	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Документно-ориентированное проектирование.	Знакомство со средой проектирования TCAD, рабочее пространство, расширения файлов, запуск демонстрационных проектов.	2	ОПК-9, ПК-2, ПК-5
	Итого	2	
2 Математическое моделирование и проектирование.	Математические модели и методы, применяемые в пакете TCAD. Назначение и построение двумерных сеток.	4	ОПК-2, ОПК-9, ПК-1
	Итого	4	
3 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 1.	Контрольная работа 1. Правила оформления конструкторской документации.	2	ОПК-2, ПК-5, ПК-6, ПК-7
	Описание технологического процесса	4	

Согласована на портале № 4300

	средствами TCAD.		
	Итого	6	
4 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 2.	Контрольная работа 2. Описание технологического процесса в среде TCAD.	2	ОПК-9, ПК-2, ПК-6
	Обзор Synopsys TCAD. Приборно-технологическое моделирование с использованием TCAD.	4	
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
8 семестр			
5 Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	Государственные стандарты ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1102-81, ГОСТ 3.1118-82 .	4	ПК-2, ПК-6, ПК-7
	Государственные стандарты ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1001-81.	4	
	Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	4	
	Итого	12	
6 Примеры проектирования с использованием САПР.	Моделирование полупроводнико-вого прибора в среде TCAD	4	ОПК-2, ПК-1, ПК-5, ПК-7
	Контрольная работа 3. Моделирование полупроводнико-вого прибора в среде TCAD	2	
	Итого	6	
Итого за семестр		18	
Итого		36	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Документно-ориентированное проектирование.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-9, ПК-2, ПК-5, ОПК-2, ПК-1, ПК-7	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному заданию
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	8		
2 Математическое моделирование и проектирование.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ОПК-9, ПК-1,	Опрос на занятиях, Отчет по индивидуальному

Согласована на портале № 4300

	Проработка лекционного материала	4	ПК-2, ПК-6, ПК-7	заданию
	Итого	8		
3 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 1.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-2, ПК-2, ПК-5, ПК-7	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
4 САПР разработки ЭКБ, состав и назначение модулей. Часть 2.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-2, ПК-2, ПК-6, ПК-7, ОПК-9	Опрос на занятиях, Тест
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
Итого за семестр		36		
8 семестр				
5 Нормативная документация процесса проектирования ЭКБ.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-7	Коллоквиум, Опрос на занятиях
	Проработка лекционного материала	4		
	Итого	10		
6 Примеры проектирования с использованием САПР.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ОПК-9, ПК-2, ПК-6, ОПК-2, ПК-1, ПК-5, ПК-7	Контрольная работа, Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе
	Проработка лекционного материала	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	20		
Итого за семестр		30		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		102		

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				

Согласована на портале № 4300

Контрольная работа	10	10	10	30
Опрос на занятиях	5	5	5	15
Отчет по индивидуальному заданию	8	8	9	25
Расчетная работа	5	5	5	15
Тест	5	5	5	15
Итого максимум за период	33	33	34	100
Нарастающим итогом	33	66	100	100
8 семестр				
Коллоквиум	3	3	3	9
Контрольная работа	5	5	5	15
Опрос на занятиях	2	2	3	7
Отчет по лабораторной работе	7	7	7	21
Расчетная работа	3	3	3	9
Тест	3	3	3	9
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)

Согласована на портале № 4300

2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы сапр synopsys tcad: Учебное пособие / Зыков Д. Д. - 2012. 76 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4734, свободный.

12.2. Дополнительная литература

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР SYNOPSYS TCAD. Томск: гос. унт. систем управления и радио-электроники, 2012. - 49 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234
2. Легостаев Н.С., Троян П.Е., Четвергов К.В. Твердотельная электроника. Учебное пособие. Томск: гос. унт. систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 476 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 210100 «Электроника и наноэлектроника» / Зыков Д. Д. - 2012. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4733, свободный.
2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 13 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234
3. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 50 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Synopsys tcad software free download: https://www.synopsys.com/cgi-bin/saberrd/reg1.cgi

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В связи с необходимостью демонстрации методов разработки электронной компонентной базы с использованием вычислительных и программных средств по данной дисциплине лекционные занятия следует проводить с применением компьютера и проектора.

Практические занятия и лабораторные работы следует проводить в классах, оборудованных компьютерами и доступом в сеть Интернет для возможности решения задач с использованием современных программ моделирования.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 4300

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Основы проектирования электронной компонентной базы

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль): **Промышленная электроника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФЭТ, Факультет электронной техники**
Кафедра: **ПрЭ, Кафедра промышленной электроники**
Курс: **4**
Семестр: **7, 8**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:
- профессор каф. ПрЭ Михальченко С. Г.
- доцент каф. ПРЭ Тановицкий Ю. Н.

Зачет: 7 семестр
Экзамен: 8 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 4300

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-2	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	Должен знать общую характеристику процесса проектирования, восходящее и нисходящее проектирование, методы и этапы проектирования.; Должен уметь выбирать и описывать модели электронной компонентой базы на различных этапах проектирования с учетом выбранного маршрута проектирования; работать с техническими и программными средствами реализации процессов проектирования;; Должен владеть языками описания и проектирования современной электронной компонентной базы.;
ОПК-9	способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности	
ПК-1	способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	
ПК-2	способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	
ПК-5	готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	
ПК-6	способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы	
ПК-7	готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах

Согласована на портале № 4300

приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Называет естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Математически описывает исследуемые явления предметной области. Определяет, какие возможности программ компьютерного моделирования понадобятся для решения	Выбирает и математически описывает естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Выбирает численную математическую модель, описывающую исследуемые явления предметной области. Предлагает программные комплексы компьютерного моделирования, необходимые для	Разрабатывает численные математические модели, описывающие исследуемые явления предметной области. Рассчитывает погрешности применяемых численных методов и ограничения, накладываемые на математическую модель. Производит численное моделирование явления, исследуемого в ходе профессиональной деятельности

Согласована на портале № 4300

		решения и готовит входные данные	
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Расчетная работа; • Зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Называет все естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, оговаривает ограничения. Полно математически описывает исследуемые явления предметной области, свободно оперирует математическими понятиями. Определяет, какие возможности каких программ компьютерного	• Подготавливает полное математическое описание естественнонаучных законов, характеризующих сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Разрабатывает численную математическую модель, описывающую исследуемые явления предметной области. Обоснованно предлагает наиболее подходящие программные	• Свободно разрабатывает требуемые численные математические модели, достаточно полно описывающие исследуемые явления предметной области. Рассчитывает погрешности применяемых численных методов и обосновывает ограничения, накладываемые на математическую модель. Производит численное моделирование явления, исследуемого в ходе

Согласована на портале № 4300

	моделирования понадобятся для решения, способен предложить альтернативы.;	комплексы компьютерного моделирования, необходимые для решения и полностью подготавливает входные данные.;	профессиональной деятельности, корректно интерпретирует результаты, делает выводы.;
Хорошо (базовый уровень)	• Называет естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Математически описывает исследуемые явления предметной области. Определяет, какие возможности программ компьютерного моделирования понадобятся для решения.;	• Выбирает и математически описывает естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Выбирает численную математическую модель, описывающую исследуемые явления предметной области. Предлагает программные комплексы компьютерного моделирования, необходимые для решения и готовит входные данные.;	• Разрабатывает численные математические модели, описывающие исследуемые явления предметной области. Рассчитывает погрешности применяемых численных методов и ограничения, накладываемые на математическую модель. Производит численное моделирование явления, исследуемого в ходе профессиональной деятельности.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Выбирает естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Понимает математическое описание исследуемых явлений предметной области. Выбирает программы компьютерного моделирования для решения.;	• Выбирает естественнонаучные законы, характеризующие сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности. Понимает предложенную численную математическую модель, описывающую исследуемые явления предметной области. Понимает, какие программные комплексы компьютерного моделирования и какие входные данные, необходимы для решения поставленной	• Производит численное моделирование типовой задачи из профессиональной деятельности. Применяет предложенные численные математические модели, описывающие исследуемые явления предметной области. Понимает, чем обоснованы погрешности применяемых численных методов и ограничения, накладываемые на математическую модель.;

Согласована на портале № 4300

		типовой задачи.;	

2.2 Компетенция ОПК-9

ОПК-9: способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Называет методы работы с компьютером, воспроизводит принципы реализации информационных технологий, называет основные требования информационной безопасности	Способен использовать навыки работы с компьютером, владеет методами информационных технологий, соблюдает основные требования информационной безопасности	Использует компьютер для информационного поиска, хранения и обработки данных с соблюдением требований информационной безопасности
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Расчетная работа; • Зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Называет все основные методы работы с компьютером,	• Использует навыки работы с компьютером в части	• Использует компьютер для информационного

Согласована на портале № 4300

	воспроизводит большинство принципов реализации информационных технологий, называет и обосновывает все основные требования информационной безопасности;	информационных технологий, соблюдает все требования информационной безопасности;	поиска, патентного поиска, хранения и обработки данных с соблюдением всех требований информационной безопасности;
Хорошо (базовый уровень)	• Называет методы работы с компьютером, воспроизводит принципы реализации информационных технологий, называет основные требования информационной безопасности;	• Использует навыки работы с компьютером в части информационных технологий, соблюдает основные требования информационной безопасности;	• Использует компьютер для информационного поиска, хранения и обработки данных с соблюдением требований информационной безопасности;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Называет базовые методы работы с компьютером и основные требования информационной безопасности;	• Способен использовать навыки работы с компьютером, понимает и использует основные требования информационной безопасности;	• Использует компьютер для информационного поиска и обработки данных с соблюдением основных требований информационной безопасности;

2.3 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Воспроизводит и объясняет учебный материал в части построения простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Описывает стандартные программные средства компьютерного	Решает типичные физические и математические задачи, описывающие модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники. Использует стандартные программные средства компьютерного моделирования для решения прикладных задач.	Строит математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Оперирует возможностями стандартных прикладных программных средствах компьютерного моделирования. Проводит численные эксперименты в

Согласована на портале № 4300

	моделирования.		профессиональных пакетах компьютерного моделирования и представляет результаты исследований.
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.
Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Формулирует основополагающие физические законы, лежащие в основе моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, делает осознанный выбор требуемого теоретического материала.Описывает все популярные программные средства компьютерного	• Решает большинство физических и математических задач, описывающих модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники с использованием стандартных программных средств компьютерного моделирования. Свободно использует стандартные программные средства компьютерного моделирования для	• Свободно владеет разными способами представления приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники в форме математических моделей. Применяет удобные программные средства для получения и интерпретации результатов большинства задач моделирования приборов, схем, устройств и установок электроники и

Согласована на портале № 4300

	моделирования, указывает их назначение и особенности;	решения большинства прикладных задач;	наноэлектроники. Уверенно проводит численные эксперименты в профессиональных пакетах компьютерного моделирования и представляет результаты исследований в наилучшей форме;
Хорошо (базовый уровень)	• Излагает материал по построению простейших физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Описывает возможности стандартных программных средств компьютерного моделирования;	• Решает типичные физические и математические задачи, описывающие модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники. Использует стандартные программные средства компьютерного моделирования для решения прикладных задач;	• Строит математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Применяет программные средства компьютерного моделирования для построения типовых математических моделей. Проводит численные эксперименты в профессиональных пакетах компьютерного моделирования и представляет результаты исследований;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Излагает идею построения стандартных физических и математических моделей приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Описывает основные возможности стандартных программных средств компьютерного моделирования;	• Решает физические и математические задачи моделирования, аналогичные разобранным на занятиях. Использует указанные стандартные программные средства компьютерного моделирования для решения типовых задач моделирования;	• Владеет терминологией предметной области знания, способен представить объект в математической форме. Применяет TCAD для использования типовых математических моделей, получения и интерпретации результатов стандартных прикладных задач. Проводит типовые численные эксперименты в TCAD;

2.4 Компетенция ПК-2

ПК-2: способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике

Согласована на портале № 4300

эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Воспроизводит принципы и методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Аргументированно выбирает и реализует на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	Реализует на практике наиболее эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, производит тестирование схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Тест; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Тест; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Согласована на портале № 4300

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Воспроизводит базовые принципы и методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;	• Аргументированно выбирает и реализует на практике наиболее эффективную методику экспериментального исследования, тестирования и испытаний параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;	• Реализует на практике наиболее эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, производит тестирование схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Самостоятельно выбирает средства и инструментарий исследований;
Хорошо (базовый уровень)	• Воспроизводит принципы и методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;	• Реализует на практике заданную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. Ориентируется в выборе инструментов исследования;	• Реализует на практике заданную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, производит тестирование схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Воспроизводит последовательность шагов методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники;	• Реализует на практике заданные шаги предложенной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения;	• Реализует на практике определенные шаги предложенной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, производит тестирование схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального

Согласована на портале № 4300

			назначения;

2.5 Компетенция ПК-5

ПК-5: готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Обладает знаниями в части расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	Выполняет расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Отчет по индивидуальному заданию; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;

Согласована на портале № 4300

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 12.
Таблица 12 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в части расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Выполняет расчет и проектирование широкого спектра электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием наиболее подходящих средств автоматизации проектирования;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в части расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Выполняет расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств TCAD;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями в части расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Обладает основными умениями, требуемыми для расчета и проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования;	• Выполняет расчет и проектирование изученных ранее электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием TCAD;

2.6 Компетенция ПК-6

ПК-6: способностью разрабатывать проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы.

Согласована на портале № 4300

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в части разработки проектной и технической документации каждого этапа НИОКР, оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с ГОСТ	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для разработки проектной и технической документации каждого этапа НИОКР, оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с ГОСТ	Разрабатывает проектную и техническую документацию каждого этапа НИОКР, оформляет результаты законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с ГОСТ
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия;
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Тест; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 14.

Таблица 14 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в части разработки проектной и технической документации каждого этапа НИОКР, оформления законченных проектно-	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для разработки проектной и технической документации каждого этапа НИОКР, оформления законченных проектно-конструкторских работ	• Разрабатывает проектную и техническую документацию каждого этапа НИОКР, оформляет результаты законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с ГОСТ;

Согласована на портале № 4300

	конструкторских работ в соответствии с ГОСТ;	в соответствии с ГОСТ;	
Хорошо (базовый уровень)	• Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в области разработки проектной и технической документации каждого этапа НИОКР, оформления законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с ГОСТ;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем при разработке проектной и технической документации каждого этапа НИОКР, оформлении проектно-конструкторских работ в соответствии с ГОСТ;	• Разрабатывает проектную и техническую документацию, оформляет результаты законченных проектно-конструкторских работ в соответствии с ГОСТ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями по разработке проектной и технической документации каждого этапа НИОКР, оформлению проектно-конструкторских работ в соответствии с ГОСТ;	• Обладает основными умениями для разработки проектной и технической документации каждого этапа НИОКР, оформления проектно-конструкторских работ в соответствии с ГОСТ;	• Применяет указанный ГОСТ для разработки проектной и технической документации определенного этапа НИОКР, оформляет результаты проектно-конструкторских работ;

2.7 Компетенция ПК-7

ПК-7: готовностью осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в стандартах технической документации, требованиях технических условий и других нормативных документов	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лекции; • Самостоятельная	• Интерактивные практические занятия; • Самостоятельная работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия;

Согласована на портале № 4300

	работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	работа; • Интерактивные лабораторные занятия; • Лабораторные занятия; • Подготовка к экзамену;	
Используемые средства оценивания	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;	• Контрольная работа; • Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Расчетная работа; • Тест; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Расчетная работа; • Коллоквиум; • Зачет; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Обладает фактическими и теоретическими знаниями в стандартах технической документации, требованиях технических условий и других нормативных документов;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;	• Осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам. Свободно ориентируется в ГОСТах и документации проекта.;
Хорошо (базовый уровень)	• Знает принципы и общие понятия в стандартах технической документации, требованиях технических условий и других нормативных документов;	• Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;	• Осуществляет контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями в стандартах технической документации, требованиях технических условий и других нормативных	• Обладает основными умениями, требуемыми для контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации	• При прямом наблюдении способен анализировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации

Согласована на портале № 4300

	документов;	стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;	стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Тестовые задания

– 1. Какие возможности предоставляет Synopsys TCAD для физического моделирования полупроводниковых светодиодов?

– 2. Какими способами могут создаваться командные файлы для Sentaurus Process?

– 3. Какими способами могут создаваться командные файлы для Sentaurus Device?

– 4. Какие основные команды используются в Sentaurus Process? Перечислите их основные параметры.

– 5. Из каких секций состоит командный файл Sentaurus Device?

– 6. Для чего предназначен командный модуль Inspect, какие основные возможности он предоставляет пользователю?

– 7. Какую роль играет Sentaurus Workbench?

– 8. Что такое «маршрут модулей» в Sentaurus Workbench?

– 9. Каким образом посредством Sentaurus Workbench выполняются эксперименты?

3.2 Темы коллоквиумов

– Опишите последовательность моделирования технологического процесса формирования структуры прибора.

– Опишите последовательность одно- и двухмерного моделирования литографии в глубокой УФ области.

– Опишите последовательность моделирования механических напряжений внутри прибора.

– Опишите последовательность одно- и двухмерного моделирования пучкового отжига имплантированного кремния.

3.3 Темы индивидуальных заданий

– Опишите последовательность моделирования и анализа трехмерного растекания носителей заряда.

– Опишите последовательность одно- и двухмерного моделирования ионной имплантации

– Опишите последовательность моделирования кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN).

– Опишите последовательность одно- и двухмерного моделирования диффузии в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси.

– Опишите последовательность моделирования фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров.

– Опишите последовательность одно- и двухмерного моделирования термического окисления кремния.

– Опишите последовательность одно- и двухмерного моделирования оптической литографии

– Опишите последовательность моделирования приборов на основе материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT).

3.4 Темы опросов на занятиях

– Документно-ориентированное проектирование с использованием САПР. Основные этапы проектов. Ошибки при проектировании. Стандарты проектирования. Жизненный цикл продукта.

Согласована на портале № 4300

– Цели создания и назначение моделей. Методы математического моделирования, применяемые для решения уравнений в частных производных.

– Обзор Synopsys TCAD. Приборно-технологическое моделирование с использованием TCAD.

– Модуль Sentaurus Process. Задание сеток. Технологические процессы: ионная имплантация, выращивание подзатворного окисла, окисление кремния, создание затвора.

– Модуль Sentaurus Device. Входной командный файл. Секции: File, Electrode, Physics, Solve, Math, Plot и их параметры. Пример моделирования.

– Модуль Sentaurus Inspect. Форматы данных. Команды. Возможности отображения различных наборов данных 2D и 3D.

– Параметры моделирующих сред. Оценка сложности и качества моделирования.

– Пример 1. Полупроводниковый резистор.

– Пример 2. Диод Шоттки.

– Пример 3. Транзистор Шоттки

– Государственные стандарты ГОСТ 3.1109-82, ГОСТ 3.1102-81, ГОСТ 3.1118-82. Государственные стандарты ГОСТ 3.1105-84, ГОСТ 3.1001-81.

– Модуль Sentaurus Process. Описание процессов в модуле Process. Работа с масками.

– Модуль Sentaurus Workbench. Запуск проектов. Отображение результатов. Выбор узлов. Постановка вычислительных экспериментов.

3.5 Экзаменационные вопросы

– 1. Современные возможности САПР по проектированию и моделированию приборов и интегральных схем.

– 2. Современные возможности САПР по изготовлению фотошаблонов.

– 3. Современные возможности САПР по проектированию и изготовлению печатных плат.

– 4. Моделирование технологического процесса формирования структуры прибора.

– 5. Моделирование механических напряжений внутри прибора.

– 6. Моделирование и анализ трехмерного растекания носителей заряда.

– 7. Моделирование кремниевых приборов и приборов с гетеропереходами (в том числе на основе SiC и GaN).

– 8. Моделирование приборов на основе материалов A3B5, использующих гетеропереходы (HEMT).

– 9. Моделирование фотодетекторов, светоизлучающих диодов (LED) и полупроводниковых лазеров.

– 10. Базовые технологии изготовления сверхвысокочастотных полосковых схем, адаптированных к новой электронной компонентной базе СВЧ диапазона.

– 11. Технологии новых материалов и покрытий, обеспечивающих повышение надежности компонентов интегральных схем на их основе.

– 12. Одно- и двухмерное моделирование термического окисления кремния.

– 13. Одно- и двухмерное моделирование диффузии в кремнии при высокой и низкой концентрации примеси.

– 14. Одно- и двухмерное моделирование ионной имплантации

– 15. Одно- и двухмерное моделирование пучкового отжига имплантированного кремния

– 16. Одно- и двухмерное моделирование оптической литографии

– 17. Одно- и двухмерное моделирование литографии в глубокой УФ области.

3.6 Темы контрольных работ

– 1. Что такое приборно-технологическое моделирование?

– 2. Какие задачи решают системы TCAD?

– 3. Какая роль отводится TCAD в международной полупроводниковой дорожной карте?

– 4. Какие основные модули входят в Synopsys TCAD?

– 5. Какие возможности существуют в Synopsys TCAD для моделирования технологических процессов?

Согласована на портале № 4300

– 6. Как называется и что позволяет выполнять программный модуль для моделирования приборов?
– 7. Что понимают под виртуальным производством?
– 8. Какие задачи решает Synopsys TCAD в виртуальном производстве?

3.7 Темы расчетных работ

– 1. Физическое моделирование полупроводниковых светодиодов.
– 2. Создание командного файла для Sentaurus Process
– 3. Создание командного файла для Sentaurus Device
– 4. Основные параметры командного файла, используемые в Sentaurus Process
– 5. Секции командного файла Sentaurus Device
– 6. Командный модуль Inspect, его основные возможности
– 7. Sentaurus Workbench. Проведение экспериментов
– 8. Проектирование маршрута модулей в Sentaurus Workbench

3.8 Темы лабораторных работ

– Полупроводниковый резистор на подложке GaAs
– Диод Шоттки на подложке GaAs
– Полевой транзистор Шоттки на подложке GaAs
– AlGaAs транзистор

3.9 Зачёт

– 1. Дайте понятие SWB, понятие узла проекта.
– 2. Дайте понятие сценария проекта Sentaurus Workbench
– 3. Какое напряжение описывает в работе Vd? Vg?
– 4. За что отвечает секция Solve командного файла SDevice?
– 5. Каков статус узла, если он окрашен в желтый цвет?
– 6. Проанализируйте график вольт-амперной характеристики полевого транзистора.
– 7. Как изменить материал структурного элемента ?
– 8. Охарактеризуйте модуль Physics командного файле SDevice.
– 9. За что отвечает секция Plot командного файла SDevice?
– 10. Проанализируйте работу транзистора по ВАХ.
– 11. Как осуществляется создание областей с условием перекрытия старых?

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы сапр synopsys tcad: Учебное пособие / Зыков Д. Д. - 2012. 76 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4734, свободный.

4.2. Дополнительная литература

1. Зыков Д.Д., Осипов К.Ю. Проектирование и технология электронной компонентной базы. Основы САПР SYNOPSYS TCAD. Томск: гос. унт. систем управления и радио-электроники, 2012. - 49 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

2. Легостаев Н.С., Троян П.Е., Четвергов К.В. Твердотельная электроника. Учебное пособие. Томск: гос. унт. систем управления и радиоэлектроники, 2007 – 476 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 90 экз.)

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое

Согласована на портале № 4300

пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе для магистрантов, обучающихся по направлению подготовки 210100 «Электроника и наноэлектроника» / Зыков Д. Д. - 2012. 49 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: http://edu.tusur.ru/publications/4733, свободный.

2. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Лабораторный практикум. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 13 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

3. Зыков Д.Д. Проектирование и технология электронной компонентной базы: Учебно-методическое пособие по аудиторным практическим занятиям и самостоятельной работе. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. – 50 с. [Электронный ресурс]. - http://miel.tusur.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=234

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Synopsys tcad software free download: https://www.synopsys.com/cgi-bin/saberrd/reg1.cgi

Согласована на портале № 4300